

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

REFERATY PROBLEMOWE

Zeszyt 29

Zbigniew Frydrych

NIEKTÓRE PROBLEMY PROJEKTOWANIA
DRÓG KOLEJNEGO WYBORU



Warszawa - maj 1980

621.395.31
I N S T Y T U T Ł Ą C Z N O Ś C I

KOŁO ZAKŁADOWE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH



Na prawach rękopisu

R E F E R A T Y P R O B L E M O W E

Zeszyt 29

Zbigniew Frydrych

NIEKTÓRE PROBLEMY PROJEKTOWANIA
DRÓG KOLEJNEGO WYBORU

Warszawa - maj 1980

Zespół Redakcyjny:

dr inż. Stanisław Sołta, mgr inż. Andrzej Stagowski,

mgr inż. Maria Tyrowicz-Waśniewska

BIBLIOTEKA

Instytutu Łączności

Opracował:

doc. dr inż. Zbigniew Frydrych

Nr 5-8720

Zakład Metod Eksploatacji Urządzeń i Sieci Telekomunikacyjnych /Z-24/

Instytut Łączności, Oddział w Gdańsku

80-252 Gdańsk, ul. Jaśkowa Dolina 8, tel. 41-80-91, w. 32

Praca nr 11.01.B.01 problemu węzłowego 06.2.

Opiniował: doc. dr inż. Andrzej Klimontowicz

Maszynopis dostarczono dnia 17 marca 1980 r.

Na marginesie prac nad koncepcją dynamicznego sterowania siecią telefoniczną dokonano przeglądu problemów związanych z projektowaniem dróg kolejnego wyboru. W artykule omówiono podstawowe metody występujące w literaturze. Zwrócono uwagę na umowność ustalania granic optycalności stosowania przelewu ruchu. Opisano metodę graficzną wyznaczania, zmienianej skokowo, liczby łączy wiązki bezpośredniej, przydatną dla celów prognozowania i planowania rozwoju sieci.

Redaktor: mgr K. Juskiewicz

Montaż tekstu: B. Drabik

Wpłynęło do Działu Wydawniczego Instytutu Łączności

dnia 3.V.1980 r.

Nakład 70 egz.

SPIS TREŚCI

Str.

- Zbigniew Frydrych: Niektóre problemy projektowania dróg kolejnego
wyboru 1

KOMUNIKATY

7. Ryszard Kobus: Sonda sygnalizująca optycznie pięć stanów
układów logicznych TTL 22

NIEKTÓRE PROBLEMY PROJEKTOWANIA DRÓG KOLEJNEGO WYBORU

Jednym z czynników wpływających na koszt sieci telefonicznej jest właściwe wykorzystanie obciążalności łączy wiązek międzycentralowych. Zgodnie z tzw. "prawem wiązki" średni ruch załatwiany przez jedno łącze wiązeki, przy ustalonym poziomie strat ruchu, rośnie z wielkością wiązki, inaczej mówiąc, względna liczba łączy, niezbędna dla obsłużenia ruchu z danym poziomem jakości usługowej, maleje ze wzrostem natężenia strumienia ruchu. Ponieważ jednak strumienie ruchu w poszczególnych relacjach sieci są od nas niezależne, gdyż wynikają z rozkładu zainteresowań abonentów, to w celu skorzystania z oszczędności wynikających z prawa wiązki, należy takie niezależne strumienie łączyć w tych fragmentach sieci, w których zbierają się ich trasy kierowania.

Wiązki łączy międzycentralowych będą się zatem dzieliły na wiązki bezpośrednie, obsługujące wyłącznie ruch między centralami końcowymi tej wiązki /ruch generowany przez abonentów podległych centrali wyjściowej i skierowany do abonentów centrali przyściowej/, oraz wiązki tranzytowe, obsługujące skojarzony ruch, złożony z szeregu strumieni należących do różnych relacji.

Z punktu widzenia relacji można zatem mówić o drogach bezpośrednich, którymi załatwiany jest ruch tylko tej relacji, i o drogach tranzytowych. Drogę bezpośrednią tworzy wiązka bezpośrednia, natomiast zestaw wiązek tranzytowych tworzy drogę tranzytową. Droga tranzytowa przechodzi przez więcej niż dwie centrale: poza wyjściową i przyściową, także przez centrale tranzytowe.

Obsługiwanie ruchu oferowanego, przy ustalonej kolejności zajmowania łączy do pracy, charakteryzuje się tym, że wielkość ruchu załatwianego przez poszczególne łącza wiązki zależy od pozycji zajmowanej przez łącze w tym szeregu: czym dalsza pozycja od początku szeregu, tym załatwiany ruch jest mniejszy.

Zjawisko to zachodzi również wówczas, gdy łącza wiązki zostają podzielone na grupy o ustalonym porządku zajmowania, bez względu na sposób brania łączy do pracy w obrębie każdej grupy. W takim przypadku średnie obciążenie łączy w i -tej grupie

$$a_i = \frac{y_i}{n_i}$$

y_i - ruch załatwiany przez grupę o n_i łączykach/ zależy od pozycji grupy w szeregu.

Wydzielone grupy łączy wiązki mogą być traktowane jako odrębne drogi połączeniowe o ustalonej kolejności /wyboru/, w jakiej ruch niezadowolony przez grupę łączy o niższej kolejności jest kierowany /przelewany/ na grupę /drogę/ o wyższej kolejności. Wykorzystanie ruchowe początkowych łączy /grup łączy/ jest zwykle na tyle duże, że nie zostaje istotnie zwiększone przy zwiększeniu ruchu oferowanego /np. przez kojarzenie ruchu/. Na przykład ruch załatwiany przez grupę pierwszych dwunastu łączy wynosi

ruch oferowany A [Er]	10	20	30	40	50	100
ruch załatwiony y [Er]	8,80	10,96	11,43	11,61	11,70	11,87

Dlatego dla uzyskania istotnych efektów ekonomicznych należy łączyć ze sobą jedynie ruch przelewany z grup łączy odpowiednio wysokiego wyboru. Rozumowanie takie prowadzi więc do koncepcji dróg kolejnego wyboru, z kojarzeniem ruchu na drodze drugiego i wyższych wyborów. Najbardziej istotny w praktyce jest przypadek dwóch dróg kolejnego wyboru, z których pierwszą jest droga bezpośrednia, drugą zaś droga tranzytowa. Z takim przypadkiem związane jest, przedstawione poniżej, zagadnienie właściwego zaprojektowania dróg załatwiania ruchu określonej relacji.

Bez specjalnych rozważań można stwierdzić, że każdy strumień ruchu można przyporządkować do jednej z następujących grup klasyfikacyjnych:

- strumień jest tak mały, że wydzielenie dlań drogi bezpośredniej nie będzie zapewniało odpowiednio dużego obciążenia ruchowego łączy tej wiązki; strumień taki należy skierować w całości na drogę tranzytową,
- strumień ruchu jest tak duży, że załatwianie go na drodze bezpośredniej zapewni na tyle duże wykorzystanie łączy, że nie ulegnie ono istotnej poprawie przy przelaniu szczytów ruchu na drogę tranzytową;
- dla pozostałych strumieni ruchu /pośrednich/ uzasadnione będzie obsługiwanie ich obu drogami, bezpośrednią i z przelewem pozostałości ruchowej na drogę tranzytową.

Obiektywną klasyfikację strumieni ruchu na małe, duże i pośrednie, jak

również wyznaczenie liczby łączy na drodze bezpośredniej, może uzasadniać tylko kryterium ekonomiczne oparte na minimalizacji sumarycznego kosztu sieci, obejmującego zarówno koszt kanałów teletransmisyjnych jak i koszt urządzeń komutacyjnych, niezbędnych dla łączenia i wydzielenia poszczególnych strumieni ruchu.

Metody wyznaczania ekonomicznie uzasadnionej liczby łączy drogi bezpośredniej zwykle zakładają, że w wyjściowej wersji wszystkie strumienie ruchu kierowane są drogami tranzytowymi o określonej konfiguracji. Następnie dopiero analizuje się, czy wprowadzenie dodatkowych łączy bezpośrednich zmniejszy liczbę łączy na drodze tranzytowej, ściślej - czy koszt wprowadzenia łączy na drodze bezpośredniej zostanie skompensowany zmniejszeniem kosztu drogi tranzytowej.

Względny łączny koszt sieci niezbędnej dla załatwiania ruchu określonej relacji można zapisać następująco

$$K = n_b + qn_t \quad /1/$$

gdzie: n_b oznacza liczbę łączy na drodze bezpośredniej, n_t - liczbę łączy na drodze tranzytowej, q - współczynnik kosztu tranzytowania:

$$q = \frac{K_t}{K_b}$$

K_t oznacza tu koszt jednego łącza na drodze tranzytowej, K_b - koszt jednego łącza na drodze bezpośredniej. Na koszty te składają się koszty łączy wiązek międzycentralowych, z których są one zestawione.

Koszt łącza międzycentralowego składa się [5] z:

- kosztu przyłącza w centrali wyjściowej, który obejmuje udział w koszcie centrali telefonicznej wraz z urządzeniami zasilającymi i budynkiem oraz udział w koszcie urządzeń teletransmisyjnych końcowych wraz z urządzeniami zasilającymi i budynkiem, przypadający na jedno łącze /przychodzące i wychodzące/;
- kosztu przyłącza w centrali przyściowej, obliczonego jak wyżej,
- kosztu liniowego łącza, tzn. udziału w koszcie linii transmisyjnej /np. kabel, stacje wzmacniakowe przelotowe i końcowe/, przypadającego na jedno łącze.

Współczynnik kosztu tranzytowania można przedstawić w następującej szczegółowej postaci

$$q = \frac{K_t}{K_b} = \frac{kLK_L + /1+r/K_s}{LK_L + K_s} = \frac{kL + /1+r/s}{L + s} = \frac{k + /1+r/p}{1 + p} \quad /2/$$

gdzie: K_s oznacza koszt obu przyłączy związanych z jednym łącem, K_L - koszt jednostkowy części liniowej łącza, L - długość drogi bezpośredniej, k - współczynnik wydłużenia drogi tranzytowej /ile razy jest ona dłuższa od drogi bezpośredniej/, r - liczba central tranzytowych, biorących udział w zestawianiu drogi tranzytowej, $s = K_s/LK_L$ - stosunek kosztu przyłączy /obu/ do kosztu liniowego łącza na drodze bezpośredniej, $p = K_s/K_L$ - stosunek kosztu przyłączy do jednostkowego kosztu liniowego.

Aby znaleźć liczbę łączy na drodze bezpośredniej, przy której osiąga się minimum łącznego kosztu sieci obsługującej ruch rozpatrywanej relacji, należy przyrównać do zera pochodną po n_b wyrażenia /1/

$$\frac{\partial K}{\partial n_b} = 0$$

co prowadzi do wyjściowego wzoru

$$1 + q \frac{\partial n_t}{\partial n_b} = 0 \quad /3/$$

W celu uzyskania postaci przydatnej do bezpośrednich obliczeń należy dokonać pewnych przekształceń. Przede wszystkim formalnie można wprowadzić natężenie ruchu oferowanego na drogę tranzytową - A_t

$$1 + q \frac{\partial n_t}{\partial A_t} \frac{\partial A_t}{\partial n_b} = 0 \quad \text{lub w innej formie} \quad \frac{\partial A_t}{\partial n_b} = -q \frac{\partial A_t}{\partial n_t} \quad /3a/$$

Ruch A_t składa się z szeregu niezależnych strumieni kojarzonych ze sobą na drodze tranzytowej, co można przedstawić w postaci

$$A_t = A_p + \sum A_i$$

w której osobno wydzielono wartość A_p - ruch rozpatrywanej relacji przelewany z drogi bezpośredniej

$$A_p = A_b - Y_b$$

A_b oznacza ruch oferowany rozpatrywanej relacji, y_b - ruch załatwiany na drodze bezpośredniej. Z powyższych zapisów wynika, że

$$\frac{\partial A_t}{\partial n_b} = \frac{\partial A_p}{\partial n_b} = - \frac{\partial y_b}{\partial n_b}$$

ponieważ natężenia A_i pozostałych kojarzonych relacji nie zależą od liczby n_b

$$\frac{\partial}{\partial n_b} \sum A_i = 0$$

Ruch załatwiany na drodze tranzytowej wyraża się następującą zależnością

$$y_t = 1 - B_n/A_t$$

gdzie B_n oznacza współczynnik strat ruchu na drodze tranzytowej. Zatem

$$\frac{\partial A_t}{\partial n_t} = \frac{1}{1 - B_n} \frac{\partial y_t}{\partial n_t}$$

Podstawiając otrzymane wyrażenia do wzoru /3a/ otrzymuje się następującą zależność

$$\frac{\partial y_b}{\partial n_b} = \frac{1}{q} \frac{1}{1 - B_n} \frac{\partial y_t}{\partial n_t} \quad /4/$$

Wyznacza ona warunek, przy którym występuje minimum kosztu sieci związanej z załatwianiem ruchu rozpatrywanej relacji.

W praktyce można wprowadzić następujące uproszczenia. Ponieważ nominalne straty w wiązce tranzytowej są zwykle niewielkie, $B_n \ll 0,01$, można przyjąć, że $\frac{1}{1 - B_n} \approx 1$. Praktycznie realizowane są jedynie całkowite zmiany liczności wiązek, dlatego można przejść do różnic $\Delta y_b / \Delta n_b$ i $\Delta y_t / \Delta n_t$. Można ponadto przyjąć, że licznosc wiązki zmieniać się będzie co jedno łącze, w takim przypadku $\Delta n = 1$. Przy podanych uproszczeniach otrzymuje się następującą postać warunku minimalizacji kosztu sieci

$$\Delta y_b = \frac{\Delta y_t}{q} \quad /5/$$

Δy_b oznacza zwiększenie natężenia ruchu załatwianego na drodze bezpośredniej przy zwiększeniu liczby łączy na tej drodze z n_b do n_b+1 ; jest to zatem ruch załatwiany przez $/n_b+1/-$ sze łączy /przy ustalonym porządku zajmowania łączy wiązki/ przy zachowaniu stałej wartości A_b ruchu oferowanego na tę wiązkę /nie zmieniony ruch w relacji/.

Δy_t oznacza zmniejszenie skojarzonego ruchu, załatwianego na drodze tranzytowej, w wyniku zmniejszenia liczby łączy tej drogi z n_t do n_t-1 , przy warunku, że jakość załatwiania ruchu nie ulega przy tym zmianie, tzn. $B_n = \text{const}$. Ponieważ w procesie optymalizacji sieci analizowanej relacji pozostałe strumienie kojarzone na drodze tranzytowej nie ulegają zmianie, można Δy_t interpretować jako zmniejszenie załatwianego ruchu badanej relacji.

Prawa strona zależności /5/ zawiera średnie dla drogi tranzytowej wartości Δy_t i q . Jeżeli droga tranzytowa zestawiona jest, np. z dwóch wiązek międzycentralowych o parametrach Δy_{t1} , q_1 oraz Δy_{t2} , q_2 , to zależność /5/ przyjmie następującą postać

$$\Delta y_b = \frac{1}{\frac{q_1}{\Delta y_{t1}} + \frac{q_2}{\Delta y_{t2}}} \quad /5a/$$

łatwo sprawdzić, że /5a/ przechodzi w /5/, jeżeli $\Delta y_{t1} = \Delta y_{t2} = \Delta y_t$ oraz

$$q = q_1 + q_2 = \frac{K_{t1} + K_{t2}}{K_b}$$

Zwiększeniu ruchu załatwianego na drodze bezpośredniej Δy_b odpowiada takie samo zmniejszenie ruchu przelewianego na drogę tranzytową ΔA_p , gdyż oczywiście cały ruch odrzucany na drodze bezpośredniej jest kierowany na drogę tranzytową. Zatem we wzorze /5/ można Δy_t zamienić na ΔA_p

$$\Delta A_p = \frac{\Delta y_t}{q} \quad /5b/$$

ΔA_p oznacza zmniejszenie ruchu rozpatrywanej relacji, przelewianego z drogi bezpośredniej na drogę tranzytową przy dodaniu następnego łączy, $/n_b+1/-$ sze, na drodze bezpośredniej.

Z warunku /5/ lub /5b/ wynika następujący przepis postępowania. Liczbę

łączy drogi bezpośrednio należy zwiększać aż do osiągnięcia takiej liczby n_b , przy której ΔA_p staje się równe $\Delta y_t/q$ /zwykle równości nie można używać, dlatego za n_b przyjmuje się wartość, przy której różnica $\Delta A_p - \Delta y_t/q$ jest najmniejsza/.

Obliczanie wartości ΔA_p nie przedstawia większych trudności. Ponieważ jest ona równa ruchowi załatwionemu przez $/n_b+1/-$ sze łącze wiązki bezpośrednio, przy czym ruch oferowany na wiązkę jest zawsze ruchem przypadkowym /droga bezpośrednia jest drogą pierwszego wyboru/, to dla wiązek doskonałych można korzystać ze wzoru Erlanga

$$\Delta A_p = A_p/n_b/ - A_p/n_b+1/ = A_b \left[E_{1,n_b}/A_b/ - E_{1,n_b+1}/A_b/ \right] \quad /6/$$

a dla wiązek o bardziej złożonej strukturze, z ograniczoną dostępnością, z odpowiednich modyfikacji tego wzoru. Dla ułatwienia można korzystać z odpowiednio przygotowanych tablic, zawierających wartości A_p i ΔA_p wyrażone w funkcji n_b dla ustalonych wartości ruchu oferowanego A_b . Wiersze takiej tablicy mają następującą postać:

$$A_b = 30 \text{ Erl}$$

n	1	2	...	31	32	...	45	46	...
A_p	29,03	28,07	...	3,41	2,89	...	0,07	0,05	...
ΔA_p	0,996	0,964	...	0,521	0,474	...	0,024	0,016	...

Bardziej złożony jest problem wyznaczania wartości Δy_t . Zgodnie z podaną poprzednio interpretacją, Δy_t jest równe

$$\Delta y_t = y_t/n_t/ - y_t/n_t - 1/ \Big|_{B_n = \text{const}} \quad /7/$$

Ruch y_t załatwiany na drodze tranzytowej zależy m.in. od natężenia ruchu oferowanego, a ten z kolei - od natężenia ruchu przelewanego z drogi bezpośrednio. Ponieważ liczba łączy drogi bezpośrednio jest wielkością dopiero poszukiwaną, dlatego niezbędne jest wyznaczenie wartości Δy_t w procesie iteracyjnym, w którym na każdym etapie zakłada się wstępnie pewną wartość Δy_t , po czym, po obliczeniu ruchu przelewanego A_p , sprawdza się uzyskiwaną wówczas wartość Δy_t według wzoru /7/. Procedurę tę powtarza się aż do uzyskania zadowalającej zgodności pomiędzy zakładaną i otrzymaną wartością Δy_t .

Ruch oferowany na wiązkę tranzytową składa się ze strumieni ruchu przypadkowego, dla których wiązka tranzytowa jest drogą pierwszego wyboru, i strumieni ruchu przelewanych, które nie mają już charakteru przypadkowego. Taki skojarzony ruch nieprzypadkowy powinien być opisywany wartością średnią R i wariancją V lub rozszerzonością $D = V - R$, które uzyskiwane są sumowaniem danych strumieni składowych

$$R = \sum_i R_i, \quad V = \sum_i V_i \quad \text{lub} \quad D = \sum_i D_i$$

/dla ruchu przypadkowego $V_i = R_i$ lub $D_i = 0$./

Opracowano szereg metod obliczania wiązek z ruchem nieprzypadkowym, opisywanym parametrami R i V czy D ; najbardziej znanymi są: metoda Wilkinsona-Bretschneidera [16] /w [14] przedstawiona jest jej praktyczna wersja tablicowo-wykresowa/, metoda Rappa [12], metoda RDA [9]. Są to metody raczej pracochłonne i dlatego dla szybkich obliczeń projektowych stosuje się zwykle metody uproszczone.

Uproszczenia dotyczą trzech zagadnień:

- metody obliczania wiązki ułatwiającej ruch przelewowy,
- sposobu opisu ruchu oferowanego na drogę tranzytową,
- interpretacji wielkości Δy_t .

W załączniku do Zalecenia E.521/Q.88 [1] zaproponowano dwie metody obliczania wiązek z ruchem przelewowym, w których wykorzystywana jest uproszczona informacja o zmienności ruchu przelewowego /metoda wyważonego numeru łączy i metoda maksymalnej wariancji, ta ostatnia utrzymana została również w nowej wersji tego Zalecenia [8]/.

Uproszczenie w drugim przypadku polega na traktowaniu ruchu oferowanego na drogę tranzytową jako ruchu przypadkowego, co pozwala na korzystanie z wzoru Erlanga lub jego modyfikacji. Dla skompensowania wpływu zwiększonej szczytowości strumieni przelewowych proponowane bywają różne zabiegi, np.:

- zwiększenie wartości średniej sumarycznego ruchu o 2 do 3% [1],
- zwiększenie natężenia ruchu przelewanych k razy, w [3,18] zaleca się przyjmowanie wartości $k = 1,2$,
- zwiększenie liczby łączy o 7% w stosunku do obliczonej ze wzoru Erlanga [1],

- zwiększenie liczby łączy o

$$\Delta n = \frac{D_m}{R} \left[C_1 / R - 20 / + C_2 \right]$$

gdzie D_m oznacza średnią, obejmującą przypadki niepełnej dostępności, roz-siewność ruchu nieprzypadkowego [15].

W trzecim przypadku przyjmuje się, że Δy_t jest równe średniemu obciążeniu ruchowemu łączy wiązki tranzytowej.

$$a_t = \frac{y_t}{n_t} \approx \frac{A_t}{n_t}$$

przy czym zakłada się, że a_t nie zależy od zmian A_p i n_t wprowadzanych w procesie wyznaczania ekonomicznie uzasadnionego wyposażenia wiązki bezpo-sredniej. Założenie takie opiera się na tym, że udział ruchu przelewowego rozpatrywanej relacji w łącznym ruchu oferowanym na wiązkę tranzytową jest zwykle niewielki.

Wartość liczbowa a_t ustala się zazwyczaj na podstawie doświadczenia, w zależności od liczności wiązki i warunków komutacyjnych. Obserwacje potwierdzają bowiem tezę o stosunkowo dużej stałości średniego obciążenia ruchowego łączy międzycentralowych, np. w [17] podaje się, że pomierzone obciążenie ruchowe łączy wiązek ostatniego wyboru w sieci międzymiastowej wynosiło przeciętnie 0,7 Erl /wahało się w granicach 0,62-0,78/. Dotychczas jed-nak nie wypracowano jednolitej zasady przyjmowania wartości a_t dla potrzeb wymiarowania dróg kolejnego wyboru. I tak w literaturze można spotkać na-stępujące wartości: w Zaleceniu E.522 [8] wymienia się dwie wartości: 0,6 dla wiązek do 10 łączy i 0,8 dla wiązek większych; poczta RFN przyjmowała początkowo [13] stałą wartość $a_t = 50/60 = 0,83$ Erl/łącze; w [6] wykresy $A_b = f/q$ zestawiono oddzielnie dla dróg tranzytowych z ruchem oferowanym do 30 Erl i z ruchem powyżej 30 Erl; w inżynierskich tablicach do projek-towania wiązek bezpośrednich, z przelewem ruchu na drogi tranzytowe, wyróż-nia się zazwyczaj trzy wartości a_t : 0,6, 0,7 i 0,8 Erl/łącze, przy czym wy-bór właściwej pozostawia się projektantowi /np. tablice firmy SEL [11], przytoczone we fragmentach w [3]; w [10] podana jest tablica wartości a_t ^{x/}, uzależnionych od dostępności wiązki bezpośredniej k_b i dostępności wiązki tranzytowej k_t /przy $B_n = 0,01$ /.

^{x/} Tablicę wartości a_t ze względów technicznych umieszczono na str. 10 re-feratu.

k_t \ k_b	6	10	20	n_t
0	0,16	0,63	0,75	0,85
6	0,33	0,55	0,68	0,72
10	0,27	0,52	0,66	0,76
20	0,18	0,51	0,65	0,75
n_b		0,48	0,62	0,72

Wybraną wartość a_t wykorzystuje się jako wielkość Δy_t do wyznaczenia optymalnej liczby łączy wiązki bezpośredniej za pomocą wyrażenia /5b/. Może ona jednak służyć również do przybliżonego wyznaczenia liczby dodatkowych łączy wiązki tranzytowej Δn_t , niezbędnych do załatwienia ruchu przelewane go o natężeniu A_p [4]:

$$\Delta n_t = \frac{A_p}{a_t}$$

Metody obliczania ekonomicznie uzasadnionego podziału ruchu pomiędzy drogę bezpośrednią i drogę tranzytową bywają również modyfikowane w celu ujęcia innych czynników, mających wpływ na projektowanie wiązek łączy, takich jak np. złożoność układów komputacyjnych. W [3] podaje się, na przykład: że w celu uwzględnienia w centrali K-66 wpływu dwusekcyjnego układu ze stopniowaniem należy zwiększyć wartość ruchu przelewowego o 35%.

Zależność /5b/ pozwala również na wyznaczenie granic optymalności stosowania przelewów ruchu, tzn. na wyznaczenie granicznych wartości ruchu oferowanego w relacji, przy których należy wprowadzić tylko drogę tranzytową /przy małych strumieniach ruchu/ bądź tylko drogę bezpośrednią /przy dużych strumieniach ruchu/.

Dołną granicę wyznacza przypadek, kiedy nieoptycalnym będzie uruchomienie na drodze bezpośredniej nawet jednego łącza. Ządzie to, zgodnie z /6/, przy warunku.

$$A_b \left[1 - E_{1,1} / A_b \right] < \frac{\Delta y_t}{q}$$

Przyjmując, że małe strumienie ruchu występować będą przede wszystkim w relacjach między odległymi centralami, dla których droga tranzytowa będzie przechodzić przez trzy i więcej central tranzytowych, a także przyjmując, że trasa drogi bezpośredniej i tranzytowej pokrywają się, a stosunek kosztu przyłączy do kosztu liniowego wynosi co najmniej 2, można uważać, że współczynnik kosztu tranzytowania, obliczony z /2/, będzie nie mniejszy od 3. Wówczas, przy średniej wartości $\Delta y_t = 0,7$, otrzymuje się $\Delta y_t / q \approx 0,25$, co wskazuje, iż praktycznie dla każdego strumienia ruchu, bo o natężeniu $A_b > 0,25$ Erl, uruchomienie drogi bezpośredniej /jako drogi pierwszego wyboru/ będzie ekonomicznie uzasadnione.

Górną granicę wyznaczać będzie natomiast natężenie ruchu, przy którym liczba łączy drogi bezpośredniej n_b^1 , wyznaczona z warunku /5b/, będzie równa liczbie łączy n_b^2 , wyznaczonej warunkiem nieprzekroczenia dopuszczalnej wartości strat ruchu B_n , tzn. gdy $n_b^1 = n_b^2$, gdzie

$$n_b^1 = f \left[\Delta A_p = \frac{\Delta y_t}{q} \right], \quad n_b^2 = f \left[E_{1, n_b} / A_b / \leq B_n \right]$$

Poczynając od tej wartości natężenia ruchu oferowanego, należy wiązkę bezpośrednią wymiarować na dopuszczalne straty i nie stosować przelewu pozostałości ruchowej na drogę tranzytową. Granica ta leży jednak dość wysoko. Np. dla strumienia ruchu o natężeniu 90 Erl, przy dopuszczalnych stratach 0,01, niezbędna jest wiązka /doskonała/ o $n_b^2 = 96$ łączach, a ruch załatwiający przez 97 łącze wynosić będzie $\Delta A_p = 0,136$ Erl. Stąd, przy np. $\Delta y_t = 0,7$, zrezygnowanie z drogi tranzytowej byłoby uzasadnione dopiero przy współczynniku kosztu tranzytowania $q = \Delta y_t / \Delta A_p \approx 5,1$. Tak duża wartość q dla relacji o dużym natężeniu ruchu, tzn. między dużymi ośrodkami gospodarczymi, jest mało prawdopodobna w warunkach krajowej sieci telefonicznej.

Z powyższego wynika, że w warunkach krajowych prawie zawsze, dla każdego strumienia ruchu, będzie ekonomicznie uzasadnione stosowanie przelewów ruchu z drogi bezpośredniej na drogę tranzytową. Przy zmienieniu założeń będą jednak zasadne inne stwierdzenia.

I tak np. zasada wymiarowania wiązek ma wpływ na określenie górnej granicy stosowania dróg tranzytowych. Warunek $n_b^1 = n_b^2$ odpowiada przypadkowi, kiedy wiązki bezpośrednie, ostatniego wyboru, wymiarowane są przy warunku nieprzekroczenia dopuszczalnych strat ruchu. Przy dwuparametrowym kryterium wymiarowania wiązek [2], w którym drugim parametrem jest a_0 - dopusz-

czalna wartość średniego obciążenia ruchowego łączy wiązki, warunek wyznaczający górną granicę stosowania przelewu ruchu przyjmie następującą postać: $n'_b = n''_b$, gdzie

$$n'_b = f \left[E_{1, n_b} / A_b \leq B_n \right], \quad n''_b = \frac{A_b}{a_0}$$

Warunek ten wyznacza natężenie ruchu, przy którym liczba łączy we wiązce bezpośrednio pierwszego wyboru /o wysokim wykorzystaniu/ i liczba łączy w wiązce bezpośrednio ostatniego wyboru /o małych stratach/ będzie taka sama. Dwuparametrowe kryterium wymiarowania stanowi bowiem, że w żadnej wiązce średnie obciążenie ruchowe łączy nie może przekraczać wartości a_0 .

Na przykład, przy $B_n = 0,01$ i $a_0 = 0,7$, warunek $n'_b = n''_b$ będzie spełniony przy $A_b = 23,8 \approx 24$ Erl. Stąd wypływa wniosek, że przy dwuparametrowym kryterium wymiarowania o przytoczonych wartościach B_n i a_0 strumienie ruchu do 24 Erl należy załatwiać drogami kolejnych wyborów, powyżej tej wartości - tylko drogami bezpośrednimi.

Na marginesie można zauważyć, że przyjęcie tak małego przedziału ruchowego stosowania dróg kolejnych wyborów powoduje, że jedynie niewielka część relacji obsługiwana będzie z przelewem ruchu. Tłumaczy to w dość prawdopodobny sposób fakt, że w sieci francuskiej, w której przyjęto także kryterium, przewidziane jest stosowanie dróg obejściowych w ACMM typu GCI jedynie dla około 20% kierunków wyjściowych.

Innym przykładem będzie warunek uwzględniania przy projektowaniu sieci telefonicznych zasad budowy sieci teletransmisyjnej. Jak wiadomo, podstawową jednostką w nośnych systemach transmisyjnych jest grupa pierwotna o 12 kanałach. Stąd, dla uniknięcia zbędnych przemian kanałów nośnych, można żądać, aby przy zestawianiu przesyła grupowych, przeznaczonych do realizacji łączy wiązek międzycentralowych, stosować transferowanie co najmniej na poziomie grup pierwotnych. Wymaganie takie pociąga za sobą konieczność skokowego zmieniania liczności wiązek bezpośrednich co 12 lub co 6 łączy. W tym drugim przypadku zakłada się symetryczność ruchu obsługiwanego w obu kierunkach danej relacji, w związku z czym zmiana o 12 kanałów w sieci transmisyjnej jest wykorzystywana do zmieniania liczby łączy o 6 jednocześnie w wiązках obu kierunków ruchu.

Przypadek skokowej zmiany wiązek co 6 łączy rozpatrywał Kassenberg [5,6], który opracował wykresy pozwalające wyznaczyć liczbę łączy wiązki

bezpośredniej dla ruchu o zadanym natężeniu, zmieniającym się w granicach 2 - 40 Erl, przy współczynniku tranzytowania zawartym w granicach 2-3,8. Jednocześnie w [6] stwierdza, że dla ruchu o natężeniu $A_b < 2$ Erl i przy $q > 3$, droga bezpośrednia jest praktycznie nieopłacalna /w [5] podaje, że dolna granica najkorzystniejszego przelewu zawiera się w przedziale 0,7 - 3 Erl/, natomiast dla ruchu powyżej 40 Erl - stosowanie przelewu nie daje istotnego efektu ekonomicznego, zatem wiązka bezpośrednia powinna być wówczas wiązką ostatniego wyboru o małych stratach. Przy wyznaczaniu podanych granic zakładana była tolerancja w określaniu kosztu dróg - z dokładnością do połowy kosztu łącza drogi tranzytowej.

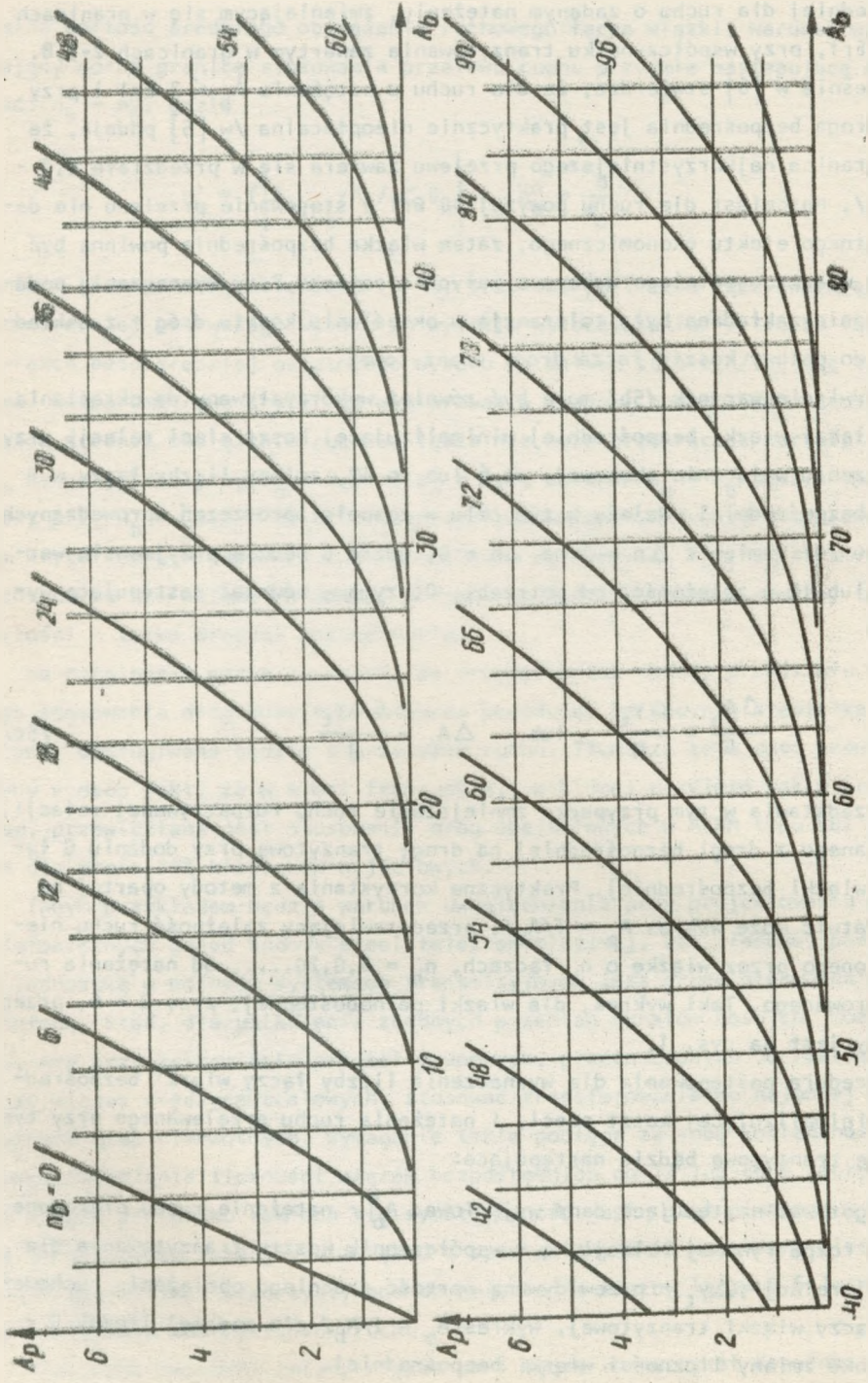
Oczywiście warunek /5b/ może być również wykorzystywany do określania liczby łączy wiązki bezpośredniej minimalizującej koszt sieci relacji przy dopuszczeniu wyłącznie skokowej, co 6 lub co 12, zmiany liczby łączy w wiązce bezpośredniej. Należy w tym celu w zespole uproszczeń wprowadzanych do wzoru /4/ zamienić $\Delta n = 1$ na $\Delta n = G$, gdzie G będzie przyjmowało wartość 6 lub 12 w zależności od potrzeby. Otrzymamy wówczas następujące wyrażenie

$$\frac{\Delta A_p}{G} = \frac{\Delta y_t}{q} \quad \text{lub} \quad \Delta A_p = \frac{G \Delta y_t}{q} \quad /5c/$$

ΔA_p przedstawia w tym przypadku zmniejszenie ruchu rozpatrywanej relacji, przelewane go z drogi bezpośredniej na drogę tranzytową przy dodaniu G łączy do wiązki bezpośredniej. Praktyczne korzystanie z metody opartej na /5c/ ułatwić może wykres $A_p = f/A_b/$, przedstawiający zależność ruchu niezatłoczonego przez wiązkę o n_b łączyach, $n_b = 0, G, 2G, \dots$, od natężenia ruchu oferowanego. Taki wykres, dla wiązki pełnodostępnej, przy $G = 6$, przedstawiony jest na rys. 1.

Procedura postępowania dla wyznaczenia liczby łączy wiązki bezpośredniej, minimalizującej koszt sieci, i natężenia ruchu przelewane go przy tym na drogę tranzytową będzie następująca:

1. Przygotować następujące dane wyjściowe: A_b^* - natężenie ruchu oferowane w rozpatrywanej relacji, q - współczynnik kosztu tranzytowania dla danej relacji, Δy_t - przewidywaną wartość średniego obciążenia ruchowego łączy wiązki tranzytowej, wykres $A_p = f/A_b/$ dla zadanej liczby G - skoku zmiany liczebności wiązki bezpośredniej.

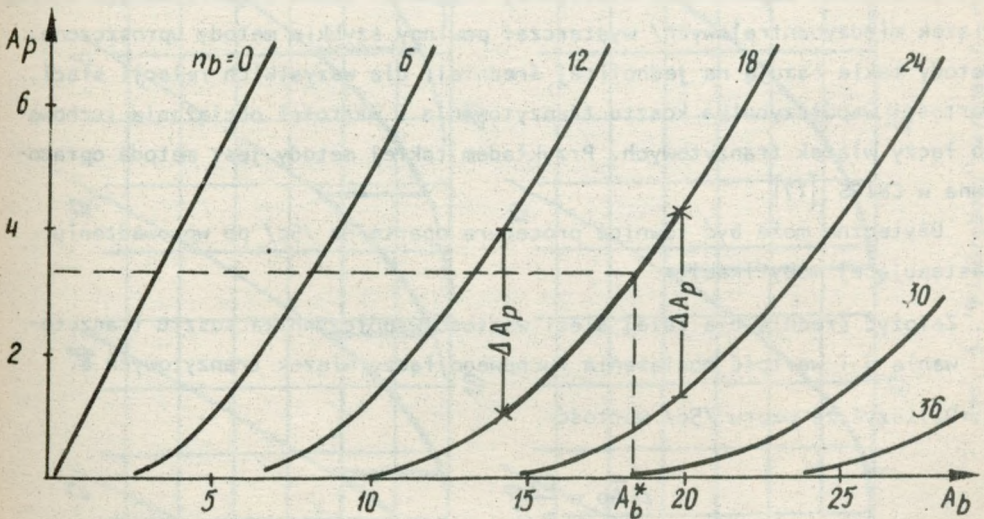


Rys. 1. Wykres $A_p = f(A_b)$ dla $n_D = 6, 12, \dots$

- Z wzoru /5c/ wyliczyć wartość ΔA_p .
- Na wykresie $A_p = f/A_b$ odnaleźć taką krzywą n_b , dla której odległości pomiędzy rzędnymi $n_b - G$ /w lewo od odciętej A_b^* / i $n_b + G$ /na prawo od odciętej A_b^* / są dokładnie równe obliczonej wartości ΔA_p . Znalaziona krzywa wyznacza szukaną wartość n_b , a odcinek krzywej pomiędzy punktami, w których odległości między rzędnymi są równe ΔA_p , pozwala na określenie wartości ruchu przelewane A_p .
- Obliczyć licznosc wiązki tranzytowej i sprawdzić, jaką średnią wartością ruchu obciążone będą łącza tej wiązki. Jeżeli wartość ta znacznie odbiega od wartości Δy_t przyjętej w danych wyjściowych - powtórzyć obliczenia przy odpowiednio zmienionej wartości Δy_t .

Następujący przykład liczbowy może ilustrować stosowanie tej procedury:

- Zakładamy, na przykład: $A_b^* = 18,5$ Erl, $q = 1,5$, $\Delta y_t = 0,75$, wykres $A_p = f/A_b$ dla $G = 6$ /wiązka pełnodostępna/ podano na rys. 2.



Rys. 2. Wyznaczanie n_b i A_p z wykresu $A_p = f/A_b$

2. Ze wzoru /5c/ otrzymujemy $\Delta A_p = \frac{6 \cdot 0,75}{1,5} = 3,0$.

3. Na rys. 2 wyszukujemy punkty, w których odległość do sąsiednich krzywych jest równa 3,0 /zachodzi to dla krzywej $n_b = 18$, znalezione punkty zaznaczono krzyżykami/. Odcinek między tymi punktami oznaczono pogrubioną kreską. Zatem dla $A_b^* = 18,5$ Erl, optymalną liczbą n_b jest 18, a natężenie ruchu przelewane A_p wynosi 3,3 Erl.

Wszystkie przedstawione dotychczas metody przewidują indywidualne analizowanie każdej relacji, przy czym w poszczególnych przypadkach konieczne może być stosowanie procedury iteracyjnej dla uściślenia warunków ruchowych, zakładanych na drogach tranzytowych. Są to zatem metody żmudne, wymagające przy tym dokładnych i wiarygodnych danych wyjściowych, dotyczących zarówno strumieni ruchu jak i kosztów związanych z poszczególnymi elementami sieci. Dlatego takie obliczenia przeprowadza się zwykle tylko dla sieci kosztownych, np. dla sieci międzynarodowych, w których spodziewać się można uzyskania w ten sposób znacznych oszczędności.

Na etapach projektowania rozbudowy sieci telefonicznej, kiedy nie jest jeszcze w pełni określona struktura sieci teletransmisyjnej /łącznie z przyjęciem środków zapewnienia niezbędnej ciągłości ruchu organizowanych w niej wiązek międzycentralowych/ wystarczać powinny szybkie metody uproszczone. Metody takie bazują na jednolitej średniej, dla wszystkich relacji sieci, wartości współczynnika kosztu tranzytowania i wartości obciążenia ruchowego łączy wiązek tranzytowych. Przykładem takiej metody jest metoda opracowana w CNISS [17].

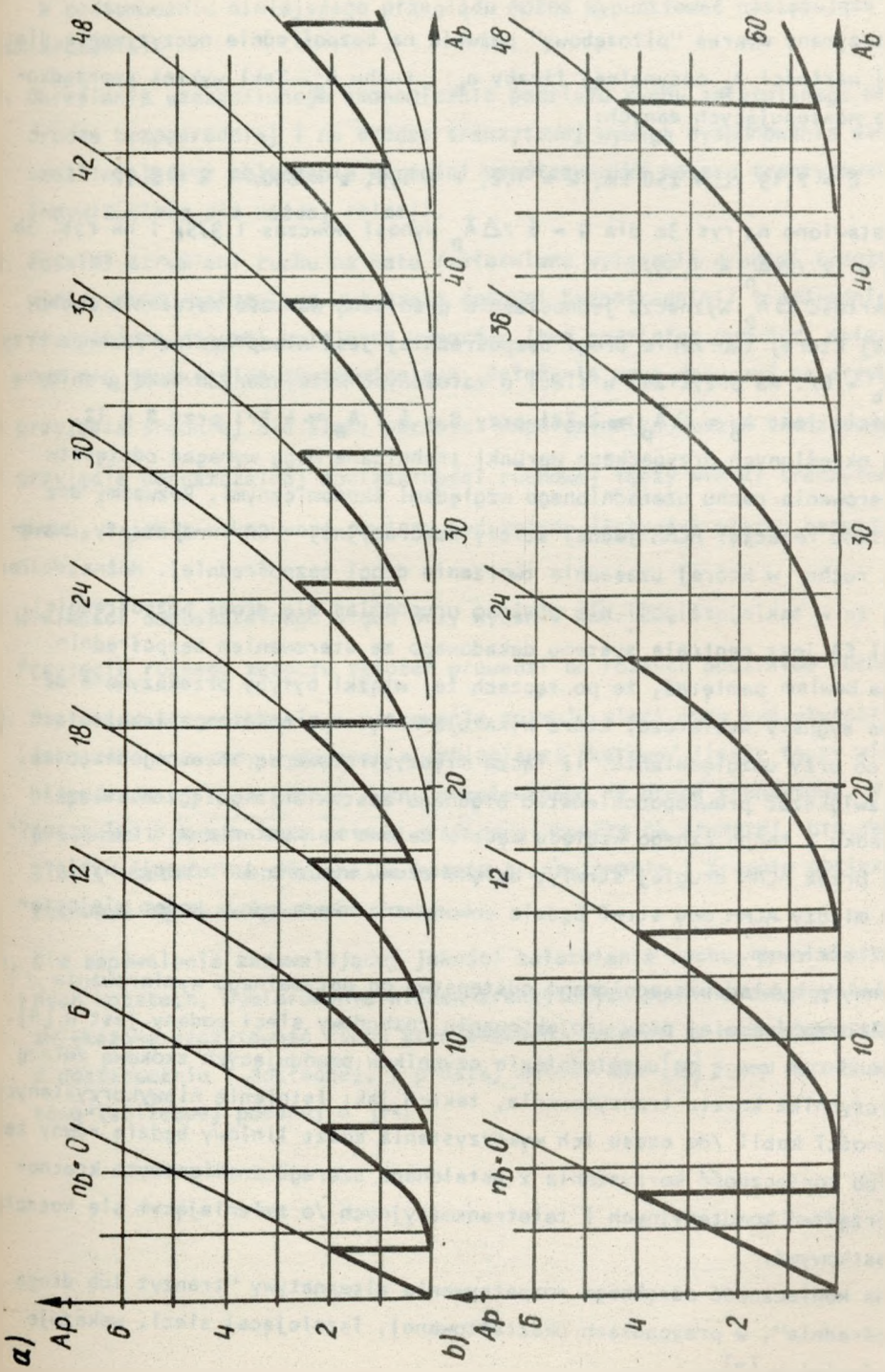
Użyteczna może być również procedura oparta na /5c/ po wprowadzeniu następującej modyfikacji:

1. Założyć średnią dla całej sieci wartość współczynnika kosztu tranzytowania \bar{q} i wartość obciążenia ruchowego łączy wiązek tranzytowych \bar{a} .

2. Obliczyć ze wzoru /5c/ wartość

$$\Delta \bar{A}_p = \frac{G\bar{a}}{\bar{q}}$$

3. Na krzywych wykresu $A_p = f/A_b$, sporządzonego dla ustalonej wartości G , oznaczyć punkty, w których odległości pomiędzy rzędnymi krzywych n_b i $n_b + G$ są dokładnie równe wartości $\Delta \bar{A}_p$. Odcinki pomiędzy znalezionymi punktami wyróżnić, np. pogrubioną kreską.



Rys. 3. "Piżozębony" wykres $A_p = f/A_b$ dla $\bar{q} = 2,19$ i $\bar{a} = 0,72$

Otrzymany wykres "pitożebowy" pozwala na bezpośrednie odczytywanie dla każdej wartości A_b optymalnej liczby n_b i ruchu A_p . Taki wykres sporządzony dla następujących danych:

$$\bar{q} = 2,19 / L = 250 \text{ km}, k = 1,2, r = 1,5, s = 800 / i \bar{a} = 0,72$$

przedstawiono na rys. 3a dla $G = 6 / \Delta \bar{A}_p$ wynosi wówczas 1,975/ l na rys. 3b dla $G = 12 / \Delta \bar{A}_p = 3,95/$.

Wartość $\Delta \bar{A}_p$ wyznacza jednocześnie graniczną wartość natężenia ruchu, poniżej której tworzenie drogi bezpośredniej jest nieoptyczne /zakres krzywej $n_b = 0/$. Na przykład, w sieci o założonych wyżej danych taką graniczną wartością jest $A_b = \Delta \bar{A}_p \approx 2$ Erl przy $G = 6$ i $A_b \approx 4$ Erl przy $G = 12$.

W określonych przypadkach warunki techniczne mogą wymagać odstępstw od kierowania ruchu uzasadnionego względami ekonomicznymi. Rozważmy dla przykładu relację: ACMM jednej strefy numeracyjnej - CA innej strefy, natężenie ruchu w której uzasadnia tworzenie drogi bezpośredniej. Można twierdzić, że w takiej relacji nie powinno uruchamiać się drogi bezpośredniej, jeżeli CA jest centralą systemu dekadowego ze sterowaniem bezpośrednim. Trzeba bowiem pamiętać, że po łączach tej wiązki byłyby przekazywane dekadowe sygnały wybiercze, które wykazują małą odporność na zniekształcenia, co przy uwzględnieniu, iż łącza międzystrefowe są znacznej długości, może zwiększać prawdopodobieństwo błędnego zestawiania połączeń. W takim przypadku z technicznego względu będzie celowe korzystanie z drogi tranzytowej przez ACMM drugiej strefy, dzięki czemu wymiana informacji wybierczych między ACMM obu stref będzie dokonywana niezawodnym kodem wieloczęstotliwościowym.

Inny przykład uzasadnionego odstępstwa od optymalnego wymiarowania wiązki bezpośredniej przy projektowaniu rozbudowy sieci podany jest w [4]. Zwrócono tam uwagę na uwzględnienie czynników powodujących skokową zmianę współczynnika kosztu tranzytowania, takich jak: Istnienie niewykorzystanych pojemności kabli /do czasu ich wykorzystania koszt liniowy będzie równy zeru/ lub konieczność korzystania z ustalonego szeregu znamionowych krotności urządzeń komutacyjnych i teletransmisyjnych /o zmieniającym się koszcie jednostkowym/.

Na konieczność odrębnego rozpatrywania alternatywy "tranzyt lub droga bezpośrednia", w przypadkach ukształtowanej, istniejącej sieci, wskazuje się również w [7].

W podsumowaniu niniejszego przeglądu można wypunktować następujące stwierdzenia:

1. Określenie uzasadnionego ekonomicznie podziału ruchu załatwianego na drodze bezpośredniej i na drodze tranzytowej wymaga dysponowania danymi, umożliwiającymi obliczenie wartości współczynnika kosztu tranzytowania indywidualnie dla każdej relacji.
2. Podział strumieni ruchu na małe /załatwiane wyłącznie drogami tranzytowymi/, duże /załatwiane wyłącznie drogami bezpośrednimi/ i pośrednie /załatwiane drogami kolejnych wyborów/ jest podziałem umownym, opierającym się na określonych założeniach. Założenia mogą dotyczyć na przykład:
 - przyjęcia średniej dla sieci wartości współczynnika kosztu tranzytowania,
 - przyjęcia dopuszczalnej obciążalności ruchowej łączy wiązki tranzytowej,
 - skoku, z jakim dokonywane powinny być zmiany liczności wiązek bezpośrednich,
 - wielkości dopuszczalnego błędu przy wycenie kosztów, itp.
 Przyjęcie różnego zespołu założeń prowadzi do różnych podziałów ruchu.
3. Dla celów prognozowania i planowania rozwoju sieci mogą być użyteczne uproszczone metody wyznaczania /zmienianej skokowo/ liczby łączy wiązki bezpośredniej i natężenia ruchu przelewane go na drogę tranzytową. W opracowaniu podano taką metodę graficzną, opartą na średniej, dla całej sieci, wartości współczynnika kosztu tranzytowania i średnim obciążeniu ruchowym łączy drogi tranzytowej.
4. Dla zapewnienia zadowalającej jakości załatwiania ruchu, przy minimalnych kosztach, wymiarowanie wiązek tranzytowych powinno uwzględniać zwiększoną szczytowość ruchu przelewowego. Zalecać tu można korzystanie z dostatecznie i dokładnej, i prostej metody RDA [15], czy metody wykresowo-tablicowej podanej w [14].

WYKAZ LITERATURY

1. CCITT Księga Zielona. Tom II-A. WKiŁ, Warszawa 1976.
2. Frydrych Z.: Uwagi o wymiarowaniu wiązek łączy międzycentralowych. Referaty Problemowe IŁ, Zeszyt 25, Warszawa 1980.
3. Instrukcja techniczna projektowania alternatywnych dróg połączeniowych w dużych węzłach telefonicznych. Nr archiw. Wa-913-IT-5-P. BSIPŁ, Warszawa 1971.
4. Jakovenko N.N.: Primenenie obchodnych putej na GTS. Elektrosvjaz', nr 10, 1979.
5. Kassenberg K.: Metoda określania liczby łączy w wiązkach o wysokim wykorzystaniu w automatycznych sieciach telefonicznych. Prace IŁ, nr 3/51/, Warszawa 1968.
6. Kassenberg K.: Metoda ustalania wiązek międzycentralowych w automatycznej sieci telefonicznej międzymiastowej. Prace IŁ nr 4/52/, Warszawa 1968.
7. Klimontowicz A. Kierowanie ruchu telefonicznego. Biuletyn Informacyjny IŁ, nr 19/176/, Warszawa 1978.
8. Księga Pomarańczowa. Tom II.2. CCITT, Geneva 1977.
9. Lotze A.: A traffic variance method for gradings of arbitrary type. 5th ITC, London 1964.
10. Lotze A., Schehrer R.: Die Streuwertgerechte Bemessung von Leitungsbündeln in Wahlnetzen mit Leitweglenkung. NTZ, No 12, 1966.
11. Projektierungsunterlagen für Vermittlungssysteme. Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart 1966.
12. Rapp A.: Planning of junction network of multi-exchange area. Ericsson Techn., No 1, 1964.
13. Schehrer R., Lotze A.: The design of alternate routing systems with regard to the variance coefficient. NTZ-Commun. J., No. 2/3, 1968.
14. Tabellenbuch Fernsprechverkehrsteorie. Teil 1. Siemens AG, Berlin-München 1970.

15. Tables for overflow variance coefficient and loss of gradings and full available groups. Institute for Switching and Data Technics. Technical University Stuttgart, wyd. 2, 1966.
16. Wilkinson R.J.: Theories for toll traffic engineering in the USA. BSTJ, No 5, 1956.
17. Zabludovskaja E.S., Lezerson V.K.: Číslo přímých kanálov meždu stanicijami telefonnych setej. Elektrosvjaz, nr 12, 1976.
18. Zagadnienia ruchu telefonicznego. Praca zbiorowa pod kierunkiem S. Kuhna i A. Klimontowicza. WKiŁ, Warszawa 1971.



KOMUNIKAT 7

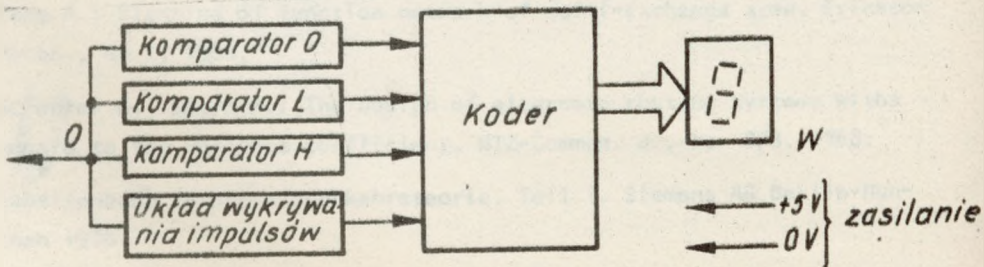
Oprac. mgr inż. Ryszard Kobus /Z-2/

SONDA SYGNALIZUJĄCA OPTYCZNIE PIĘĆ STANÓW UKŁADÓW LOGICZNYCH TTL

Sonda sygnalizująca optycznie pięć stanów układów logicznych TTL jest przeznaczona do uruchamiania, kontroli i napraw zespołów zbudowanych na układach logicznych serii TTL. Wykrywa i sygnalizuje ona za pomocą siedmiosegmentowego wskaźnika elektroluminescencyjnego pięć stanów, w jakich może znaleźć się wyjście układu, a mianowicie:

- stan 0, dla napięć wejściowych $U_{we} \leq 50 \text{ mV}$, najczęściej spowodowany zwarcie badanego punktu z masą - sygnalizowany wyświetleniem znaku 0 ;
- stan logiczny niski, dla napięć wejściowych $50 \text{ mV} < U_{we} \leq 0.6 \text{ V}$, sygnalizowany wyświetleniem znaku L ;
- stan izolacji lub napięcie wejściowe zawierające się w granicach $0.6 < U_{we} < 2.4 \text{ V}$ sygnalizowany jest wyświetleniem znaku I ;
- stan logiczny wysoki, dla napięć $U_{we} \geq 2.4 \text{ V}$ sygnalizowany jest wyświetleniem znaku H ;
- pojedynczy impuls lub ciąg impulsów sygnalizowany jest wyświetleniem znaku P /w przypadku pojedynczego impulsu na czas ok. 0.5 s/.

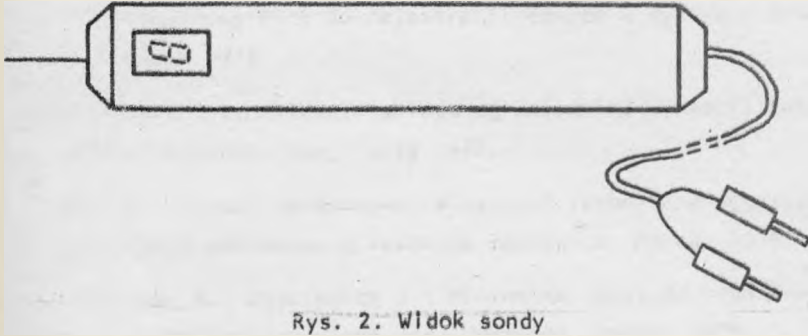
Schemat blokowy sondy pokazano na rys. 1. Napięcie wejściowe z ostrza 0 podawane jest na układ komparatorów napięcia oraz układ wykrywający im-



Rys. 1. Schemat blokowy sondy

pulsy, a następnie kodowane w koderze i wyświetlane na wyświetlaczu elektroluminescencyjnym W.

Sondę wykonano w postaci niewielkiego, podłużnego pudełka zaopatrzonego w ostrze służące do dotychczasania do badanych punktów układu /rys. 2/.



Rys. 2. Widok sondy

Sonda ta zasilana jest napięciem $+5\text{ V}$ za pośrednictwem przewodów elastycznych, a pobór prądu wynosi od 80 mA do 120 mA . Zbudowana jest wyłącznie z krajowych elementów.

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności
Nr. 5-8720

Dotychczas ukazały się :

1. Biało-brzeski R., Sońta S.: Zastosowanie testu chi kwadrat Pearsona do weryfikacji hipotezy statystycznej, na podstawie empirycznej gęstości prawdopodobieństwa. Grudzień 1977.
2. Blinkiewicz A., Mędrzycki B., Hutnik M., Sambierski R.: Zastosowanie pamięci kasetowej PK-1 do rejestracji danych w systemie komutacyjnym E-10. Styczeń 1978.
3. Orłowski A.: Optymalizacja układu ogranicznika dynamiki zwłaszcza dla radiofonii krótkofalowej. Luty 1978.
4. Frączek K.: Zasady opracowywania wymagań techniczno-eksploatacyjnych na urządzenia pomiarowe w resorcie łączności. Marzec 1978.
5. Biało-brzeski R., Dudziewicz J.: Minimalna częstość próbkowania sygnału losowego przy pomiarze jego mocy średniej. Marzec 1978.
6. Lewandowski W.: Wprowadzenie komutacji teledacyjnych kanałów cyfrowych w powszechnej telefonicznej sieci komutacyjnej z centralami elektronicznymi E-10. Kwiecień 1978.
7. Dudziewicz J.: Ogólne wytyczne w sprawie prowadzenia i dokumentowania prac naukowo-badawczych wykonywanych w Instytucie łączności. Kwiecień 1978.
8. Stągrowski A.: Metoda detekcji i pomiaru impulsów o maksymalnych i minimalnych czasach trwania w ciągu. Maj 1978.
9. Chamski J.: System CTI-B dla maszyny cyfrowej R-10. Maj 1978.
10. Puchalski E.: Kompensator napięcia stałego stosowany w układach do sprawdzania przetworników termoelektrycznych i mikropotencjometrów. Czerwiec 1978.
11. Kozłowski A.: Elektroniczny sygnalizator przywołania abonenta w aparacie telefonicznym CB. Wrzesień 1978.
12. Stasierski L.: Wyładowania łukowe w.c.z. na izolatorach odciągów pionowych anten radiofonicznych. Październik 1978.
13. Walaszek S.: Zastosowanie uogólnionego rozwiązania układu o trzech stanach do analizy niezawodności. Styczeń 1979.
14. Sońta S.: Aparatura automatyczna badań sieci łączy międzymiastowych systemu ABA-3. Luty 1979.

15. Godlewski P.: Język programowania badań w systemie ABA2 i ABA3. Marzec 1979.
16. Waśniewski A.: Kombinatoryczne aspekty planowania badań sieci telekomunikacyjnej za pomocą systemu ABA-3. Kwiecień 1979.
17. Brennek L., Lebiedziuk B.: System edycji, przechowywania i translacji programów w języku SAWIK dla minikomputera MERA 305. Maj 1979.
18. Godlewski P.: Aparatura sterująca systemu badaniowego ABA-3 - architektura urządzenia. Czerwiec 1979.
19. Chamski J.: Centrum eksploatacji technicznej w systemie E 10. Lipiec 1979.
20. Porada M.: Komunikat o badaniach zakłóceń impulsowych w łącach telefonicznych. Sierpień 1979.
21. Sońta S.: Generacja sygnałów losowych niezależnych obciążających kanały telefoniczne. Wrzesień 1979.
22. Karwowska-Lamparska A.: Koncepcja systemu WIDEOTEKS. Październik 1979.
23. Kowalska J.: Próba eksploatacyjna automatycznej aparatury badaniowej ABA-2 - analiza wyników, wnioski. Listopad 1979.
24. Tyrowicz M.: System zdalnej rejestracji kontroli obiektów specjalnych - REKO - . Grudzień 1979.
25. Frydrych Z.: Uwagi o wymiarowaniu wiązek łączy międzycentralowych. Styczeń 1980.
26. Frydrych Z.: O niezawodności sieci telekomunikacyjnej. Luty 1980.
27. Kiśło M.: Automatyzacja stacjonarnych pomiarów propagacyjnych. Marzec 1980.
28. Mieszczanek J.: Analiza i projektowanie oscylatorów kwarcowych pracujących w układzie Pierce'a-Colpitts'a. Kwiecień 1980.

Biblioteka

II

S-8720